



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

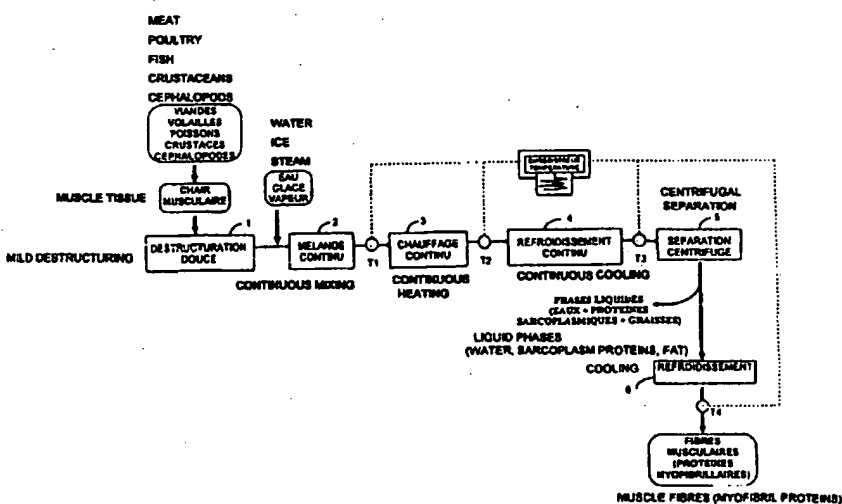
(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>A23J 1/00</b>	<b>A2</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/05217</b> (43) Date de publication internationale: 12 février 1998 (12.02.98)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01429</p> <p>(22) Date de dépôt international: 31 juillet 1997 (31.07.97)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 96/09803 2 août 1996 (02.08.96) FR</p> <p>(71) Déposant: PROTIAL [FR/FR]; Angers Technopole, 1, rue Henri Becquerel, Boîte postale 21, F-49071 Beaucouze (FR).</p> <p>(72) Inventeur: ROUSSEL, Hervé; 6, rue de la Rouvraie, Pruniers, F-49080 Bouchemaine (FR).</p> <p>(74) Mandataire: DAWIDOWICZ, Armand; Cabinet Dawidowicz, 18, boulevard Pereire, F-75017 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée <i>Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.</i></p>	

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING A FOOD INGREDIENT ESSENTIALLY CONSISTING OF MUSCLE FIBRE PROTEINS, AND RESULTING INGREDIENT

(54) Titre: PROCEDE ET INSTALLATION DE FABRICATION D'UN INGREDIENT ALIMENTAIRE CONSTITUE ESSENTIELLEMENT DE FIBRES PROTEIQUES MUSCULAIRES ET INGREDIENT ALIMENTAIRE OBTENU PAR CE PROCEDE

## (57) Abstract

A method for producing a natural gel-forming food ingredient consisting of muscle fibre proteins from the muscle tissue of meat animals or of fish, crustaceans, molluscs or cephalopods. According to the method, (a) the tissue is mildly destructured without damaging the muscle fibres, (b) the destructured muscle tissue is mixed with a specific amount of water to give a mixture at a predetermined temperature (T<sub>1</sub>), (c) the temperature of the mixture is adjusted to at least one predetermined specific temperature (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>), (d) the resulting heat-treated mixture is fractionated centrifugally or by means of mechanical pressure, and (e) the resulting solid fraction is rapidly cooled to a temperature (T<sub>4</sub>) of less than 10 °C. Said method is useful in the food processing industry.



(57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un ingrédient alimentaire naturel et gélifiant constitué de protéines de fibres musculaires à base de chair musculaire carnée ou de chair musculaire de poissons, crustacés, mollusques ou céphalopodes. L'invention consiste en ce que: a) on soumet la chair à une déstructuration douce n'endommageant pas les fibres musculaires, b) on mélange en continu la chair musculaire ainsi déstructurée à un volume précis d'eau, le mélange sortant à une température déterminée (T1), c) on ajuste la température du mélange à au moins une température précise prédéterminée (T2, T3), d) on soumet le mélange ainsi traité thermiquement à un fractionnement centrifuge ou par pression mécanique et, e) on refroidit rapidement la phase solide recueillie à une température (T4) inférieure à 10° C. Application au domaine de la production alimentaire.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Belarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroon	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

5

10

PROCEDE ET INSTALLATION DE FABRICATION D'UN INGREDIENT ALIMENTAIRE CONSTITUE ESSENTIELLEMENT DE FIBRES PROTEIQUES MUSCULAIRES ET INGREDIENT ALIMENTAIRE OBTENU PAR CE PROCEDE

- 20 L'invention concerne un nouveau procédé et une nouvelle installation de fabrication d'un ingrédient alimentaire naturel et gélifiant constitué de protéines de fibres musculaires de viande de bovins, d'ovins, de porcins ou de volailles (poulet, dinde, canard, lapin, ...), de chair
- 25 musculaire de poissons, de crustacés, de mollusques ou de céphalopodes. L'invention concerne également les ingrédients alimentaires obtenus par ce procédé et les préparations alimentaires les contenant.
- 30 Ce nouvel ingrédient alimentaire peut se présenter sous diverses formes, le plus couramment humide (10 à 60 % de matière sèche), mais aussi déshydratée (85 à 100 % de matière sèche). Il peut aussi être mélangé à un support alimentaire, c'est à dire à un ingrédient alimentaire
- 35 secondaire tel que les maltodextrines, l'amidon, etc. dans le but de faciliter son séchage (par atomisation par exemple) ou son usage culinaire (mouillabilité, dispersibilité, etc.). Ce mélange secondaire n'enlève rien

au caractère original de l'invention. La stabilité à l'entreposage du nouvel ingrédient est assurée par congélation, séchage ou traitement thermique, et cela sans perte des propriétés gélifiantes et de rétention d'eau qui le caractérisent. Dans le cas d'une stabilisation par traitement thermique, un traitement UHT, c'est à dire un chauffage à forte température pendant une durée courte, est appliqué en continu directement lors de la fabrication de l'ingrédient de manière à assurer une pasteurisation ou une stérilisation dite "pratique". L'application de ce traitement thermique UHT parfaitement contrôlé en termes de température et de durée fait alors partie intégrante de la présente invention.

La chair de boeuf, de mouton, de porc, de volailles, mais aussi de poissons, de crustacés, de mollusques et de céphalopodes, est structurée autour de constituants biochimiques communs formant le muscle squelettique. Trois classes de protéines distinctes sont présentes dans ce muscle à des proportions variées : les protéines sarcoplasmiques solubles dans l'eau (environ 30 à 40 %) constituées essentiellement de l'hémoglobine, de la myoglobine et d'albumines, les protéines du tissu conjonctif insolubles dans l'eau (teneur variable selon le muscle, mais fréquemment de l'ordre de 10 à 20 %) constituées essentiellement du collagène et de l'élastine, et les protéines contractiles myofibrillaires insolubles dans l'eau et solubles en solutions salines (environ 50 %) constituées essentiellement de la myosine et de l'actine.

C'est la fraction contractile myofibrillaire qui est présente dans les fibres musculaires, et plus particulièrement la protéine de myosine, qui est l'agent gélifiant responsable des gels de viandes, de volailles et de produits de la mer (cas des gels de surimi, par exemple). Quand un muscle est malaxé en présence de sel, cette fraction est extraite partiellement et la solubilité protéique augmente. Quand le mélange salé est cuit, ces

3

protéines se réorganisent en une matrice homogène et gélifiée capable de retenir fortement l'eau (propriété de rétention d'eau) et les matières grasses (propriété de rétention des matières grasses). Les protéines du tissu  
5 conjonctif sont également partie prenante du gel final, mais dans une moindre mesure et uniquement au refroidissement. Les protéines sarcoplasmiques sont souvent expurgées de la matrice et coagulent de façon hétérogène sous la forme d'une pâte protéique cuite assez molle et  
10 grisâtre.

La présente invention couvre la fabrication d'un nouvel ingrédient alimentaire dans lequel la fraction protéique myofibrillaire est prépondérante et non dénaturée. Dans cet  
15 ingrédient, les protéines myofibrillaires sont encore organisées sous forme de fibres musculaires partiellement déstructurées. Les protéines myofibrillaires ne sont par contre en aucun cas dissociées sous forme d'une solution protéique non organisée, solution quelquefois appelée  
20 « sol ». Elles se présentent sous forme de fibres musculaires partiellement intègres et, à ce titre, l'ingrédient protéique faisant l'objet de la présente invention peut être assimilé à un extrait de fibres musculaires.

25

Comme exposé précédemment, les protéines sarcoplasmiques possèdent de faibles propriétés gélifiantes. Dans une certaine mesure, elles gênent même l'expression complète des propriétés gélifiantes et du pouvoir de rétention d'eau  
30 et des matières grasses des protéines myofibrillaires. Pour produire un ingrédient alimentaire à base de protéines myofibrillaires, il convient alors d'écarter les protéines sarcoplasmiques. Pour cela, il existe deux voies scientifiques et technologiques possibles : l'extraction  
35 des protéines myofibrillaires ou l'extraction des protéines sarcoplasmiques.

La première voie est l'objet par exemple de la fabrication industrielle d'un produit appelé ISOPROM en Pologne (T. Trziszka et al., avril 1993). Les auteurs utilisent de la viande de volaille séparée mécaniquement (VSM en français, 5 MRM ou MDM en anglais). Cette viande issue des carcasses après découpe manuelle est grasse (environ 16 % de matières grasses) et colorée du fait de la présence importante de pigments sanguins. La première étape consiste à mélanger la VSM dans de l'eau douce contenant du sel de calcium (ratio 10 eau / VSM = 4 ; teneur finale en chlorure de calcium = 1,5 %). Cette forte concentration saline a pour effet de mettre en solution les protéines myofibrillaires du muscle. Le mélange est ensuite centrifugé, ce qui a pour effet de séparer d'un côté le liquide contenant les protéines 15 sarcoplasmiques et les protéines myofibrillaires, de l'autre côté une boue protéique humide contenant les protéines de soutien (collagène principalement). La phase liquide est ensuite diluée une dizaine de fois dans des cuves coniques pour réduire la concentration saline et 20 faire précipiter les protéines myofibrillaires. Celles-ci, devenues de nouveau insolubles, sont récupérées par une nouvelle centrifugation à l'aide d'un séparateur centrifuge à assiettes. Les protéines sarcoplasmiques solubles sont alors éliminées. L'ISOPROM se présente finalement sous la 25 forme d'une pâte beige clair très humide (88 - 90 % d'humidité) constituée essentiellement de protéines myofibrillaires. A ce titre, il peut être considéré comme un véritable isolat de protéines myofibrillaires purifiées (environ 90 % des protéines totales). Les fibres 30 musculaires ne sont plus visibles par observation microscopique. L'ISOPROM peut être alors congelé ou séché et il possède de bonnes propriétés fonctionnelles, notamment gélifiantes. A cause des méthodes centrifuges utilisées, il est également dégraissé (jusqu'à moins de 2 % 35 de matières grasses) et sa couleur est agréable (élimination des pigments sanguins : hémoglobine et myoglobine). Cette voie technologique est intéressante pour obtenir des protéines myofibrillaires bien purifiées. Elle

a le défaut de posséder un rendement technique faible, de l'ordre de 50 % base humide, mais avec une teneur en matière sèche de 10 - 12 % seulement. Une grosse partie des protéines myofibrillaires est perdue avec les protéines de soutien. Cette voie technologique correspond en fait à ce qui est couramment réalisé par les chercheurs en laboratoire pour l'extraction et la purification des protéines myofibrillaires. A ce titre, on peut mentionner les travaux de l'équipe de l'INRA de Theix en France sur les propriétés gélifiantes de protéines myofibrillaires bovines extraites également par voie saline (CULIOLI et al., V.P.C., 11, 313-314).

La seconde voie technologique consiste à éliminer les protéines sarcoplasmiques par extraction à l'eau, profitant ainsi de leur propriété de solubilité dans ce solvant. Le procédé le plus connu utilisant ce principe est le procédé de fabrication de surimi à partir de muscle de poisson. En effet, connue depuis le 15<sup>ème</sup> siècle au Japon, la technique consistant à tremper un hachis de filets de poisson dans de l'eau douce froide (moins de 10°C) s'est développée et industrialisée jusqu'à nos jours. La production mondiale de surimi de poisson atteint aujourd'hui des volumes annuels de l'ordre de 700 000 tonnes. La fabrication du surimi ne consiste pas seulement en une extraction dans l'eau des protéines sarcoplasmiques. Elle correspond également à l'élimination des protéines du tissu conjonctif (ici des débris d'arêtes et de peau) par une opération dite de « raffinage » (opération identique au tamisage dans l'industrie des fruits rouges) et combine en outre une innovation majeure qui consiste à cryoprotéger les protéines myofibrillaires par l'addition de sucres et de polyphosphates. Néanmoins, hormis ces deux points essentiels, les cycles de lavage à l'eau froide de la chair de poisson suivis d'essorages rotatifs (normalement 2 à 3 cycles consécutifs) permettent une élimination quasi-totale des protéines sarcoplasmiques. Avant addition des agents cryoprotecteurs, cette pâte protéique lavée et « raffinée »

6

est en fait également un concentré humide de protéines myofibrillaires (environ 80 % des protéines totales), mais la structure fibreuse du muscle n'existe plus. Les fibres musculaires ont été déstructurées lors de l'opération de raffinage. A mentionner néanmoins que le surimi de poisson n'existe sous cette appellation que s'il combine les cycles de lavages / essorages, le raffinage et l'addition d'agents cryoprotecteurs avant congélation (Surimi Technology, Marcel Dekker Inc., 1992, 528 p.).

10

Divers autres traitements des co-produits de viandes ou poissons peuvent être signalés à ce niveau. Il s'agit par exemple des procédés continus de dégraissage des viandes, et notamment du dégraissage des VSM par méthode centrifuge. Ces techniques ont été développées à des fins variées, allant de la fabrication de farine de viande pour l'alimentation animale (US-A-4.137.335) à la production de viandes dégraissées à usage diététique, pauvres en cholestérol (US-A-4.980.185). La séparation des graisses de la viande peut être obtenue selon trois voies distinctes. La première consiste en une séparation mécanique par pressage, épluchage ou grattage des morceaux gras (US-A-4.776.063 ; US-A-3.780.191 ; US-A-3.685.095 et US-A-3.748.148 ; FR-A-2.187.229). La deuxième met en oeuvre des traitements physiques comme la chaleur, les rayonnements ou des gaz (US-A-4.778.682 ; US-A-3.687.819 ; US-A-3.780.075 et US-A-3.532.593). Enfin, la troisième correspond à l'action de solvants chimiques pour l'extraction des graisses (US-A-3.794.743 et US-A-3.532.593).

30

Le brevet US-A-3.177.080 décrit un système permettant de dégraisser une viande de boeuf ou de porc trop grasse par centrifugation après cuisson et déstructuration mécanique. La fraction viande récupérée a subi un traitement thermique sévère et long à la vapeur provoquant la dénaturation totale des protéines du muscle. Celles-ci ne possèdent plus de propriétés fonctionnelles alimentaires exploitables. Un cas particulier est celui du brevet US-A-5.382.444 déposé

35



7

par la société Oscar Major Food Corp.. Ici, le procédé développé est similaire au précédent, mais les températures employées sont faibles et n'entraînent a priori pas de dénaturation totale des protéines de viande. L'auteur

5 indique que les viandes de boeuf, de porc ou de dinde, dégraissées ainsi à basse température, contiennent de l'ordre de 2 à 8 % de matières grasses, 17 à 22 % de protéines et une humidité de l'ordre de 72 à 75 %. Il est bien mentionné que le procédé ne correspond pas à un

10 fractionnement des différentes classes de protéines musculaires : les protéines sarcoplasmiques, collagéniques et myofibrillaires sont contenues dans leur intégralité dans la viande dégraissée selon ce brevet. Comme il est énoncé dans ce texte, les propriétés fonctionnelles de

15 cette viande dégraissée sont supérieures à celle de la même viande non dégraissée. Ceci est logique dans la mesure où il est connu que les matières grasses, tout comme les protéines sarcoplasmiques, gênent la complète gélification des protéines myofibrillaires.

20

La présente invention vise à obtenir de manière industrielle, c'est-à-dire par un procédé de fabrication en continu, un nouvel ingrédient alimentaire constitué essentiellement de fibres protéiques animales non

25 déstructurées au cours du processus de fabrication, en particulier d'une proportion élevée (de l'ordre de 70 à 80%) de protéines myofibrillaires insolubles dans l'eau.

A cet effet, selon une première caractéristique,

30 l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un ingrédient alimentaire naturel et gélifiant constitué de protéines de fibres musculaires à base de chair musculaire carnée ou de chair musculaire de poissons, crustacés, mollusques ou céphalopodes, caractérisé en ce que :

35

a) on soumet la chair à une déstructuration douce n'endommageant par les fibres musculaires,

8

b) on mélange en continu la chair musculaire ainsi déstructurée à un volume précis d'eau, le mélange sortant à une température déterminée (T1),

c) on ajuste la température du mélange à au moins une  
5 température précise prédéterminée (T2, T3),

d) on soumet le mélange ainsi traité thermiquement à un fractionnement centrifuge ou par presseion mécanique et,

e) on refroidit rapidement la phase solide recueillie à une température (T4) inférieure à 10°C.

10

Selon une forme préférée de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, la température précise prédéterminée appliquée au mélange de chair et d'eau est choisie en valeur et en durée pour correspondre à un traitement thermique UHT.

15

Selon une forme d'exécution de l'invention on introduit dans le mélange de chair et d'eau au moins un additif destiné à favoriser l'opération de fractionnement et/ou améliorer les propriétés fonctionnelles et/ou  
20 nutritionnelles de l'ingrédient alimentaire.

On peut en outre mettre en oeuvre, soit avant l'opération de fractionnement dans le cas d'un procédé par voie humide, soit sur le produit fini après fractionnement, une  
25 opération de raffinage par tamisage.

De plus, on peut prévoir que le procédé est précédé ou suivi d'au moins un traitement technologique complémentaire connu en soi destiné à modifier les propriétés  
30 fonctionnelles et/ou nutritionnelles de l'ingrédient, en particulier des traitements successifs de lavages et d'essorages.

L'invention a également pour objet une installation pour la  
35 mise en oeuvre du procédé précédent, ainsi que les ingrédients alimentaires obtenus par ce procédé et les préparations alimentaires contenant de tels ingrédients.

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante et des exemples de réalisation, en référence au dessin annexé dans lequel :

5 la figure 1 est un schéma illustrant un exemple de mise en oeuvre du procédé de l'invention et

la figure 2 représente schématiquement une installation pour la mise en oeuvre du procédé.

10

Le procédé et produit objets de la présente invention se distinguent des procédés et produits précédents du fait que l'opération technologique de fabrication est orientée sur l'élimination seulement partielle de la fraction protéique  
15 sarcoplasmique et d'une partie des graisses, et ceci sans destruction complète des fibres musculaires. Les figures 1 et 2 présentent une vue schématique du procédé et un exemple du dispositif pouvant être mis en oeuvre, respectivement. Les tableaux 1 et 2 regroupent, toujours à titre d'exemple, les principales conditions opératoires  
20 (températures et durées) associées à l'invention.

La chair musculaire de boeuf, de mouton, de porc, de volailles, mais aussi de poissons, de crustacés, de  
25 mollusques ou de céphalopodes, généralement disponible à une température inférieure à 10°C à coeur, est grossièrement déstructurée pour ne pas endommager les fibres musculaires. Cette opération doit être effectuée sans échauffement excessif (échauffement toléré de 1 à 3 °C  
30 maximum à coeur). La chair ainsi déstructurée est ensuite mélangée en continu à un volume précis d'eau. Cet apport d'eau peut être réalisé sous forme liquide, solide (glace, sorbet) ou gazeuse (vapeur). Le ratio (eau / chair) est généralement compris entre 0,5 et 6. La température du  
35 mélange (eau + chair) en sortie de la zone de mélange correspond à la température T1. Ensuite, la température du mélange (eau + chair) est ajustée précisément aux températures T2 puis T3, T3 pouvant être égale à T2 et T1

10

dans certains cas particuliers de l'invention (voir ci-dessous). L'ajustement exact des températures T2 et T3 est essentiel pour permettre le fractionnement des phases liquides lourdes, liquides légères et solides lors de l'étape suivante de l'invention. Dans le cas du traitement thermique UHT, qui est l'une des conditions originales de l'invention, la température T2 est maintenue constante pendant une durée exacte pour garantir une destruction des bactéries pathogènes de référence sous forme végétative ou sporulée. Par exemple, la pasteurisation-pratique est garantie par une destruction de  $10^{12}$  à 1 du nombre de cellules végétatives de *Streptococcus feacalis* et la stérilisation-pratique est garantie par la destruction de  $10^{12}$  à 1 du nombre de spores de *Clostridium botulinum*. Les procédés de chauffage associés aux températures T2 essentiellement, T3 accessoirement, peuvent être indifféremment le chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur, par contact direct ou indirect (échangeur thermique à plaques, tubulaire, à surface raclée, etc.), par double enveloppe à bain d'huile, par induction, micro-ondes, effet joule, effet diélectrique, etc. Les procédés de refroidissement associés aux températures T3 et T4 essentiellement, T2 accessoirement, peuvent être indifféremment le refroidissement indirect à l'eau ou par une solution froide (saumure, eau glycolée, ...) au moyen d'un échangeur thermique traditionnel, voire également un refroidissement par contact direct dans un mélangeur en continu avec un gaz cryogénique comme l'azote liquide ou le gaz carbonique sous forme de neige carbonique. L'avantage du double système de régulation thermique du procédé est de permettre une régulation de grande précision de la température T3 par un ajustement de type chaud / froid. Le mélange (eau + chair) ainsi traité thermiquement est ensuite fractionné en deux parties au minimum par méthode centrifuge, de préférence par décantation centrifuge plutôt que par séparateurs centrifuges à assiettes ou à buses ou bien encore par pression mécanique, de préférence par presse à vis. La première partie correspond à la phase

11

solide du mélange. Elle contient les fibres musculaires et constitue la matrice protéique de l'ingrédient objet de l'invention. Il s'agit en fait principalement des protéines myofibrillaires et des protéines du tissu conjonctif. La deuxième partie est une phase liquide qui contient la matière grasse et l'eau additionnée au mélange initial, dans laquelle ont été entraînées la plupart des protéines sarcoplasmiques du muscle.

CONDITION	ETAT DE CUISSON PRODUIT FINI	TYPE	TEMPERATURE INITIALE PRODUIT	TEMPERATURES EN COURS DE PROCEDE			
				T1	T2	T3	T4
a	cru	standard	- 5 à 10°C	2 à 15°C	15 à 45°C	15 à 45°C	- 5 à 10°C
b	cuit	UHT pasteurisé	- 5 à 10°C	2 à 15°C	65 à 95°C	15 à 45°C	- 5 à 10°C
c		UHT stérilisé	- 5 à 10°C	2 à 15°C	110 à 130°C	15 à 45°C	- 5 à 10°C
d		UHT stérilisé	- 5 à 10°C	65 à 130°C	110 à 130°C	15 à 45°C	- 5 à 10°C
e		UHT pasteurisé	- 5 à 10°C	65 à 95°C	65 à 95°C	65 à 95°C	- 5 à 10°C

10 **TABEAU 1 : LES TEMPERATURES DE CONTROLE DE L'INVENTION**

CONDITION	TYPE	DUREES DE TRAITEMENT THERMIQUE (en secondes de maintien à Tn à coeur)			
		T1	T2	T3	T4
f	standard	60 à 1 800 s	60 à 300 s	60 à 300 s	60 s
g	UHT	5 s	5 s	60 à 300 s	60 s
h	UHT	60 à 1 800 s	5 s	60 à 300 s	60 s
i	standard	5 s	60 à 300 s	60 à 300 s	60 s

**TABEAU 2 : LES DUREES DE CONTROLE DE L'INVENTION**

La phase solide constitue l'ingrédient protéique relatif à la présente invention. Cet ingrédient protéique humide est ensuite rapidement refroidi en dessous de 10°C et peut être conservé quelques heures ainsi pour être utilisé dans une application alimentaire traditionnelle de type charcuterie, plats cuisinés ou produits traiteurs. Il peut être également conditionné en frais en sachet plastique thermoscellé, en présence ou non d'une atmosphère modifiée pour assurer sa conservation. Il peut être congelé dans un surgélateur à plaques, un tunnel à air pulsé ou par contact avec un fluide cryogénique. Il est possible également de le cryoprotéger à la manière d'un surimi de poisson. Ses propriétés fonctionnelles seront ainsi maintenues plus longtemps. Il peut également être ionisé à l'état congelé pour améliorer encore sa qualité microbiologique. Enfin, l'ingrédient protéique humide peut être déshydraté selon différentes techniques classiques (air chaud, atomisation, lyophilisation, ...), avec ou sans un support. Dans le cas où le procédé inclut un traitement thermique UHT, un système de conditionnement aseptique défini selon la réglementation en vigueur permet de garantir la pasteurisation ou la stérilité de l'ingrédient et donc son entreposage à température ambiante pendant plusieurs mois. Dans ce dernier cas, une des originalités de l'invention tient au fait que les protéines myofibrillaires n'ont pas été dénaturées par le procédé UHT, et donc ont conservé 80 % au moins de leur propriété gélifiante d'origine.

### 30 Exemples :

L'Exemple 1 peut être considéré comme étant un cas standard. Il est constitué des opérations technologiques unitaires suivantes (voir schéma figure 1, associé aux conditions de température (a) et de durée de traitement (f) présentées aux tableaux 1 et 2) : déstructuration grossière et douce (1) de la chair musculaire dans un cutter ou un

hachoir jusqu'à une granulométrie de l'ordre de 1 à 5 millimètres de diamètre, addition en continu (2) d'une quantité d'eau réfrigérée (ratio eau / chair de 2 / 1), mélange intime par agitation douce pour ne pas déstructurer

5 la masse musculaire et atteindre la température T1, passage (3) et (4) dans deux échangeurs tubulaires (le premier (3) est chauffé pour atteindre la température T2, le second (4) est froid pour atteindre la température T3) pour ajuster exactement la température du mélange à  $T3 = 35^{\circ}\text{C}$ ,

10 décantation centrifuge dans un appareil de type Westfalia Separator CA 220-03, récupération de la phase solide et refroidissement rapide (6) dans un mélangeur continu avec aspersion de neige carbonique, mise en plaques de 7,5 à 10 kg exactement par une formeuse à vis (chaque plaque est

15 enveloppée d'une poche plastique), congélation dans un surgélateur à plaques pendant deux heures et demi, mise en cartons, entreposage congelé. Les opérations décrites dans cet exemple peuvent être mises en oeuvre à partir de chair de boeuf, mouton, porc, volailles, poissons, crustacés,

20 mollusques ou céphalopodes. Dans cet exemple N°1, le produit fini objet de l'invention est donc un ingrédient protéique humide (70 à 85 % d'humidité) et cru dont la matière sèche est essentiellement constituée de fibres musculaires (c'est à dire à plus de 80 % de protéines

~~25 myofibrillaires et de protéines du tissu de soutien) et de~~ seulement 25 à 50 % des protéines sarcoplasmiques initiales. Ainsi, 50 % à 75 % environ des protéines sarcoplasmiques solubles dans l'eau et au moins 50 % des graisses initiales ont été éliminées au cours du traitement

30 de centrifugation. Le tableau 3 présente les rendements et la composition biochimique du muscle initial et de l'extrait de fibres musculaires préparé à partir de diverses matières premières d'origine carnée.

			Rendement (%)	Humidité (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Collagène (%)	Col. / Prot. (%)
B O E U F P O R C D I N E C A R P E	MUSCLE INITIAL	os tout venant	100	50,1	13,1	35,6	0,7	5,0
		aponévroses	100	67,5	22,6	8,4	7,0	30,9
		bajoue	100	72,0	21,1	7,0	4,7	22,2
	FIBRES selon invention	os tout venant	47,3	78,4	19,0	1,6	1,1	5,9
		aponévroses	64,9	73,1	23,0	3,4	6,4	27,9
		bajoue	59,8	72,9	18,9	3,4	4,2	22,3
	MUSCLE INITIAL	os rond	100	61,9	15,8	20,5	1,2	7,8
		os plat	100	62,2	16,6	20,6	2,6	15,5
	FIBRES selon invention	os rond	56,1	75,7	15,8	7,7	3,2	20,2
		os plat	57,6	78,7	18,9	1,6	1,5	7,9
D I N E C A R P E	MUSCLE INITIAL	coffre	100	67,0	14,4	14,0	1,2	8,3
		cou	100	73,4	14,8	10,4	1,3	8,8
	FIBRES selon invention	coffre	61,6	77,8	15,5	2,5	2,9	18,7
		cou	52,3	77,9	17,0	1,5	4,2	24,7
	MUSCLE INITIAL	filet	100	82,6	14,1	2,75	-	-
		parage	100	82,5	10,4	6,3	-	-
R P E	FIBRES selon invention	filet	46,3	74,7	20,0	1,5	-	-
		parage	36,2	79,3	17,2	3,4	-	-

**TABLEAU 3 : COMPOSITION DE L'INGREDIENT NON SECHE ET  
RENDEMENT DE FABRICATION SELON L'INVENTION**

5

L'Exemple 2 correspond à une application de l'invention à de la chair de dinde. Il se lit en se référant aux mêmes figure et tableaux, mais cette fois les conditions de durée de traitement thermique différent. Elles sont ajustées selon les conditions (g) du tableau 2, c'est à dire que les opérations unitaires de mélange (2) et de chauffage (3) sont réalisées de façon dite « flash », soit pendant une durée de quelques secondes. Cette technique nécessite

10



l'utilisation d'un mélangeur à turbine ou d'un mélangeur dit « statique ». Le traitement thermique est réalisé avec un échangeur classique (tubulaire, à plaques, etc.) ou au moyen d'un appareillage électrique tel qu'un tube à passage  
5 de courant, un système ohmique ou à micro-ondes, etc.. La figure 2 illustre ce que peut donner un tel dispositif utilisé pour mettre en oeuvre l'invention. Les propriétés fonctionnelles des fibres musculaires de volaille ainsi recueillies sont maximales, 3 à 5 fois supérieures à celles  
10 de la chair initiale. La qualité nutritionnelle de l'ingrédient est élevée, comme le montre le profil d'acides aminés présenté tableau 4. Dans le cas particulier où le mélange (chair + eau) subit un traitement thermique de type UHT dans les conditions (b), (c), (d) ou (e) du tableau 1  
15 garantissant une « pasteurisation pratique » ou une « stérilisation pratique », les protéines de fibres musculaires conservent au moins 80 % des propriétés gélifiantes de l'extrait de fibres musculaires non traité thermiquement, exprimées en force de gel par pénétrométrie  
20 (rupture du réseau gélifié avec une sonde sphérique de 3 mm de diamètre). La séparation centrifuge finale est réalisée de préférence à une température T3 relativement basse, inférieure à 45°C.

ACIDES AMINES TOTAUX	RESULTATS (g/100 g de produit)
Lysine	1,90
Histidine	0,54
Arginine	1,42
Acide aspartique	2,25
Thréonine	1,00
Sérine	0,90
Acide glutamique	3,37
Proline	0,82
Glycine	1,00
Alanine	1,32
Cystéine	0,18
Valine	1,02
Méthionine	0,48
Isoleucine	1,03
Leucine	1,68
Tyrosine	0,77
Phénylalanine	0,91
Tryptophane	0,15
TOTAL	20,74

**TABEAU 4 : EXEMPLE DE COMPOSITION EN ACIDES AMINES DE  
L'EXTRAIT DE FIBRES MUSCULAIRES SELON L'INVENTION APPLIQUEE  
AU MUSCLE DE DINDE**

L'Exemple 3 peut être la mise en oeuvre de l'invention sur de la chair de poisson, en l'occurrence du filet de carpe commune. Dans ce cas, les paramètres opératoires  
10 préférables correspondent aux conditions (a) et (f) des tableaux 1 et 2. Le rendement du procédé est indiqué dans le tableau 3, ainsi que la composition des matières

17

initiale et finale. Certaines propriétés fonctionnelles comme les pertes en eau à la décongélation, les pertes en eau à la cuisson, le pouvoir gélifiant ainsi que les paramètres de couleur sont présentés tableau 5. Comme on peut le constater encore, les propriétés fonctionnelles de l'extrait de fibres, en particulier le pouvoir gélifiant, sont bien meilleures que celles du muscle initial. Dans ce cas également, on observe un fort éclaircissement de la matière traitée (paramètre de luminance L\* amélioré de 17 unités).

	PERTES EN EAU A LA DECONGELATION  (%)	PERTES EN EAU A LA CUISSON  (%)	COULEUR			TEXTURE	
			L* (%)	a*	b*	f. rupt. (gf)	d. rupt. (mm)
MUSCLE DE CARPES COMMUNES	21,3	19,0	44,4	27,9	9,6	106,8	4,9
EXTRAIT DE FIBRES MUSCULAIRES	2,3	26,8	61,3	9,4	8,1	210,6	9,4

**TABLEAU 5 : PROPRIETES FONCTIONNELLES DE MUSCLE DE CARPES COMMUNES ET DE L'EXTRAIT DE FIBRES MUSCULAIRES DERIVE PREPARE SELON L'INVENTION**

En conséquence, la présente invention a pour caractéristique un procédé de fabrication en continu d'un nouvel ingrédient alimentaire se présentant le plus souvent sous forme hydratée (65 à 90 % d'humidité) et congelée, constitué essentiellement de fibres protéiques musculaires animales, c'est à dire de bovins, d'ovins, de porcins, de volailles (poulet, dinde, canard, lapin, ...), de poissons ou autres produits (crustacés, mollusques, céphalopodes,

- ...) de la mer et d'aquaculture. Ces fibres, non déstructurées au cours du procédé, sont composées à 70 - 80 % de protéines myofibrillaires insolubles dans l'eau. Elles sont issues, à partir de muscle frais, d'une extraction à l'eau par centrifugation unique des autres protéines musculaires que sont les protéines sarcoplasmiques solubles et des graisses initiales. Cette extraction est réalisée le plus souvent avec 0,5 à 5 volumes d'eau pour un volume de chair musculaire initiale. L'invention comporte un système de régulation thermique fin permettant d'ajuster la température du mélange (eau + chair) à 1°C près entre 15 et 130°C juste avant centrifugation. Le même système autorise le contrôle du temps de traitement thermique à 2 secondes près, ce qui autorise des temps de traitement thermique allant de 5 à 300 secondes. L'invention permet ainsi d'extraire les fibres du muscle sous forme hydratée, crues ou ayant subi un traitement UHT de cuisson, de pasteurisation ou de stérilisation.
- L'ingrédient fabriqué selon ce procédé est un extrait de fibres musculaires constitué essentiellement de la fraction protéique musculaire dénommée couramment « protéines myofibrillaires » ou « actomyosine » et qu'il possède de hautes propriétés fonctionnelles par rapport à la matière musculaire initiale, notamment un pouvoir gélifiant 2 à 5 fois supérieur, exprimé en terme de force de gel mesurée par pénétration d'une sonde sphérique de référence. Cet extrait est obtenu par élimination partielle de la fraction protéique musculaire dénommée « protéines sarcoplasmiques » et d'une majorité des matières grasses éventuellement présentes. Le procédé objet de l'invention n'entraîne pas de destruction totale de la structure fibreuse du muscle comme c'est le cas dans les procédés de fabrication des concentrats, isolats ou surimi à partir de muscle.
- L'élimination des matières grasses lors du procédé de fabrication est un atout supplémentaire qui confère au nouvel ingrédient des propriétés diététiques et nutritionnelles évidentes. Ce point est également renforcé

19

par un aminogramme riche en acides aminés essentiels. Le procédé permet aussi un éclaircissement de la couleur et une neutralisation du goût de l'ingrédient par rapport à la chair musculaire de départ. Le nouvel ingrédient est ainsi  
5 particulièrement bien adapté pour la préparation d'aliments comme les charcuteries, les plats cuisinés, les salades, les produits panés et/ou fourrés, etc..

Dans une forme de réalisation, l'ingrédient est sous forme  
10 humide et additionné d'agents cryoprotecteurs du type de ceux utilisés pour le surimi de poisson, à savoir des mélanges de glucides comme le saccharose, le glucose, le fructose, le mannitol, le sorbitol, etc., et éventuellement des polyphosphates alimentaires, des sucro-esters, des  
15 acides organiques, du sel, etc.. Le mélange cryoprotecteur le plus usuel est un mélange de 48 % de saccharose, 48 % de sorbitol et 4 % de polyphosphates de sodium. Le taux d'incorporation du mélange cryoprotecteur avec l'ingrédient humide, juste avant congélation, peut varier de 5 à 10 %.

20

Selon une variante, l'ingrédient est déshydraté partiellement (pâte concentrée à 30-50 % d'humidité) ou totalement (poudre à 3-10 % d'humidité) selon des moyens conventionnels (atomisation, tunnel à air chaud, sécheur-  
--25--cylindre, etc.) ou non (lyophilisation, déshydratation osmotique, séchage sous vide d'air, etc.).

De préférence, cet ingrédient est texturé, c'est à dire qu'il subit un traitement de restructuration physique,  
30 chimique et/ou biologique dans le but de lui conférer un structure macroscopique irréversible lui donnant du volume ou une apparence de muscle. La texture finale obtenue peut correspondre à une présentation sous forme de granules de différentes tailles, de flocons, de lanières, de cubes, de  
35 rectangles, de morceaux irréguliers, de pièces de grosse taille. Elle peut être uniforme, alvéolaire, expansée, lamellaire, pseudo-fibrée ou réellement fibrée. Les technologies permettant la texturation de cet ingrédient

sont, de façon non exhaustive, la gélification, la coagulation, le formage, l'extrusion, la cuisson-extrusion, la polymérisation chimique ou biologique, le filage, la scarification, la granulation, etc. Le produit texturé à partir de l'ingrédient objet de l'invention peut contenir d'autres ingrédients alimentaires sans restreindre le champ de l'invention. Le produit texturé peut être séché selon les technologies décrites ci-dessus.

- 10 Dans une forme de mise en oeuvre du procédé de l'invention, on prévoit qu'un additif secondaire est introduit dans le mélange (eau + chair) pour favoriser l'opération d'extraction ou améliorer les propriétés fonctionnelles ou nutritionnelles finales de l'ingrédient. Parmi les additifs potentiels, on trouve : le sel (NaCl), la bicarbonate de sodium, le chlorure de sodium (CaCl<sub>2</sub>), l'acide citrique, etc..

On peut encore prévoir la mise en oeuvre, soit avant séparation centrifuge (voie humide), soit sur le produit fini après séparation centrifuge, d'une opération de raffinage, c'est à dire d'un tamisage de l'extrait de fibres musculaires à travers un tamis de perforations de l'ordre de 0,5 à 2 mm de diamètre.

25 En outre, le procédé peut être précédé ou suivi de toutes opérations technologiques complémentaires susceptibles de modifier les propriétés fonctionnelles ou nutritionnelles de l'ingrédient, en particulier des traitements successifs de lavages et d'essorages selon le procédé de fabrication du surimi de poisson.

L'installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention comprend un appareil de déstructuration douce, tel qu'une trémie et gaveur continu 8 avec une entrée 9 de chair musculaire.

21

A la sortie de l'appareil 7 est branchée une alimentation d'eau 10, l'ensemble étant raccordé à un mélangeur statique 11. La sortie du mélangeur 11, à laquelle est assujettie une sonde 12 de mesure de la température T1, débouche dans  
5 un dispositif de chauffage 13 à une température T2, par exemple un échangeur thermique tubulaire chambreur double enveloppe comportant une entrée de vapeur 14. Une sonde 15 mesure la température T2 à la sortie du dispositif 13, cette sortie débouchant dans un appareil de refroidissement  
10 16, par exemple un échangeur thermique à plaques comportant une entrée d'eau glycolée 17. Une sonde 18 mesure la température T3 à la sortie de l'appareil 16, qui débouche dans un appareil de fractionnement centrifuge 19, par exemple un décanteur centrifuge comportant une sortie 20  
15 pour la phase liquide ou une presse à vis sans fin. La phase solide est envoyée sur un mélangeur continu 21 muni d'une entrée 22 de neige carbonique. Une sonde 23 mesure la température T4 à la sortie 24 du mélangeur 21 par laquelle sort l'ingrédient selon l'invention. L'échangeur thermique  
20 16 peut être complété par un second échangeur. L'opération de fractionnement obtenue par centrifugation peut également être réalisée par pressage mécanique, par exemple à l'aide d'une presse à vis.

25 ~~Le dispositif décrit ci-dessus est un exemple de~~  
réalisation de l'invention particulièrement développé. L'invention n'est en aucun cas contournée si l'une ou la totalité des opérations unitaires la constituant sont réalisées par des équipements plus simples, comme notamment  
30 un système de cuves et de pompes.

L'invention porte également sur des compositions alimentaires comportant au moins un ingrédient selon l'invention.

## REVENDECATIONS

Un procédé de fabrication d'un ingrédient alimentaire naturel et gélifiant constitué de protéines de fibres musculaires à base de chair musculaire carnée ou de chair musculaire de poissons, crustacés, mollusques ou céphalopodes, caractérisé en ce que :

a) on soumet la chair à une déstructuration douce n'endommageant pas les fibres musculaires,

b) on mélange en continu la chair musculaire ainsi déstructurée à un volume précis d'eau, le mélange sortant à une température déterminée (T1),

c) on ajuste la température du mélange à au moins une température précise prédéterminée (T2, T3),

d) on soumet le mélange ainsi traité thermiquement à un fractionnement centrifuge ou par pression mécanique et,

e) on refroidit rapidement la phase solide recueillie à une température (T4) inférieure à 10°C.

20

2 Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la température précise prédéterminée appliquée au mélange de chair et d'eau est choisie en valeur et en durée pour correspondre à un traitement thermique UHT.

25

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on introduit dans le mélange de chair et d'eau au moins un additif destiné à favoriser l'opération de fractionnement et/ou améliorer les propriétés fonctionnelles et/ou nutritionnelles de l'ingrédient alimentaire.

30

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on déshydrate partiellement ou totalement l'ingrédient alimentaire obtenu.

35

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4,



23

caractérisé en ce qu'on met en oeuvre, soit avant l'opération de fractionnement dans le cas d'un procédé par voie humide, soit sur le produit fini après fractionnement, une opération de raffinage par tamisage.

5

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est précédé ou suivi d'au moins un traitement technologique complémentaire connu en soi destiné à modifier les propriétés fonctionnelles et/ou nutritionnelles de l'ingrédient, en particulier des traitements successifs de lavages et d'essorages.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on fait subir à l'ingrédient un traitement de restructuration physique, chimique et/ou biologique.

8. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'elle comprend un appareil de déstructuration douce (8), une amenée d'eau (10) à la sortie dudit appareil (8) débouchant dans un dispositif de chauffage (13) à une température précise déterminée (T2) par l'intermédiaire d'un mélangeur statique (11), la sortie dudit dispositif de chauffage (13) débouchant, optionnellement par l'intermédiaire d'un dispositif de refroidissement (16) à une température (T3), dans un appareil de fractionnement centrifuge (19) dont la sortie de phase solide débouche dans un mélangeur continu (24).

30

9. Ingrédient alimentaire obtenu par le procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est constitué essentiellement de fibres protéiques animales non déstructurées, en particulier d'une proportion élevée (de 70 à 80%) de protéines myofibrillaires insolubles dans l'eau.

10. Ingrédient alimentaire selon la revendication 9,

24

caractérisé en ce qu'il est frais.

11. Ingrédient alimentaire selon la revendication 9,  
caractérisé en ce qu'il est congelé.

5

12. Ingrédient alimentaire selon la revendication 9,  
caractérisé en ce qu'il est cryoprotégé.

13. Ingrédient alimentaire selon la revendication 9,  
10 caractérisé en ce qu'il est ionisé à l'état congelé.

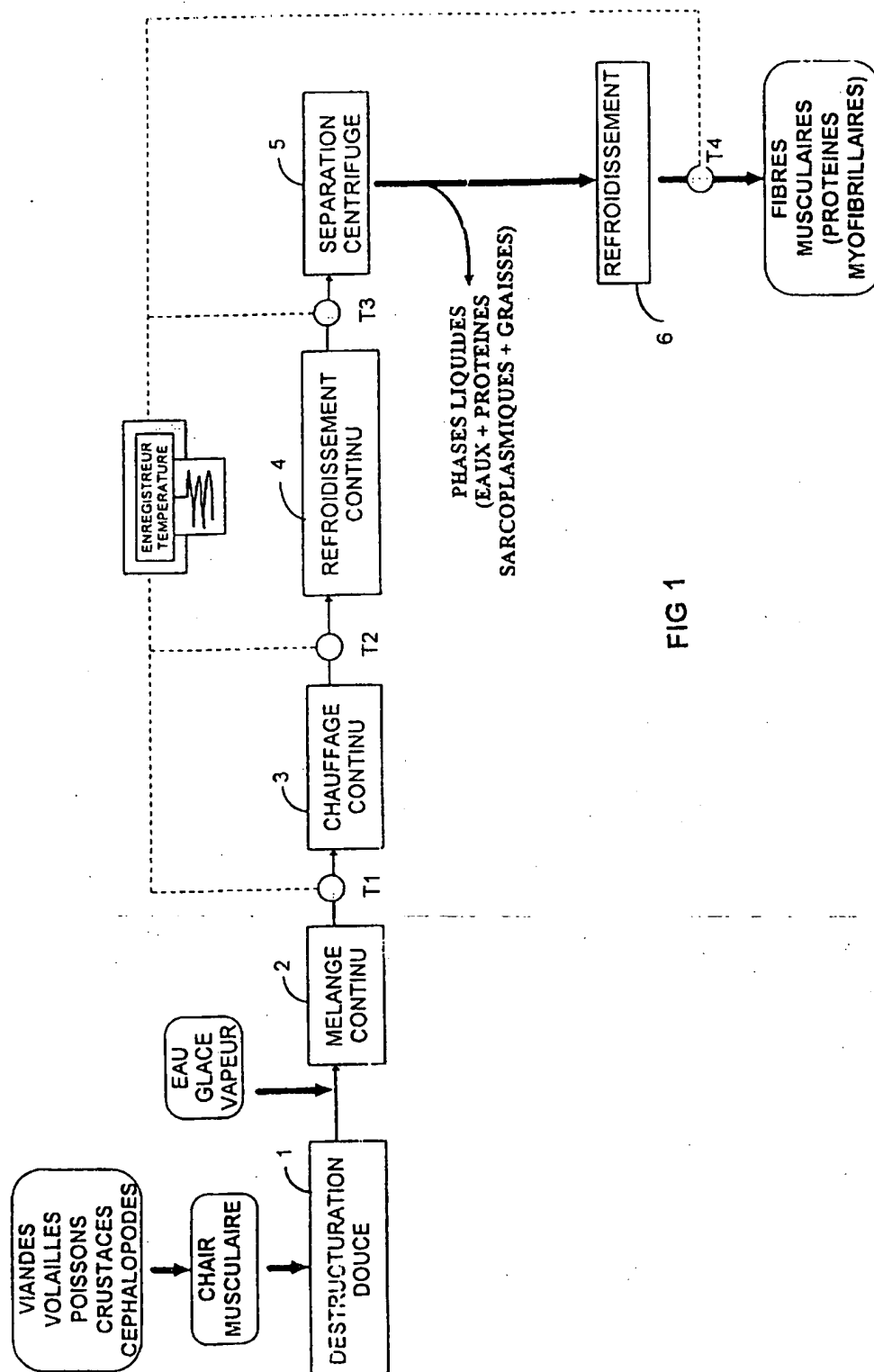
14. Ingrédient alimentaire selon la revendication 9,  
caractérisé en ce qu'il est déshydraté avec ou sans un  
support.

15

15. Ingrédient alimentaire selon l'une des revendications 9  
à 14,  
caractérisé en ce qu'il a subi un traitement thermique UHT.

20 16. Préparation alimentaire,  
caractérisée en ce qu'elle contient au moins un ingrédient  
alimentaire selon l'une des revendications 9 à 15.

1/2



2/2

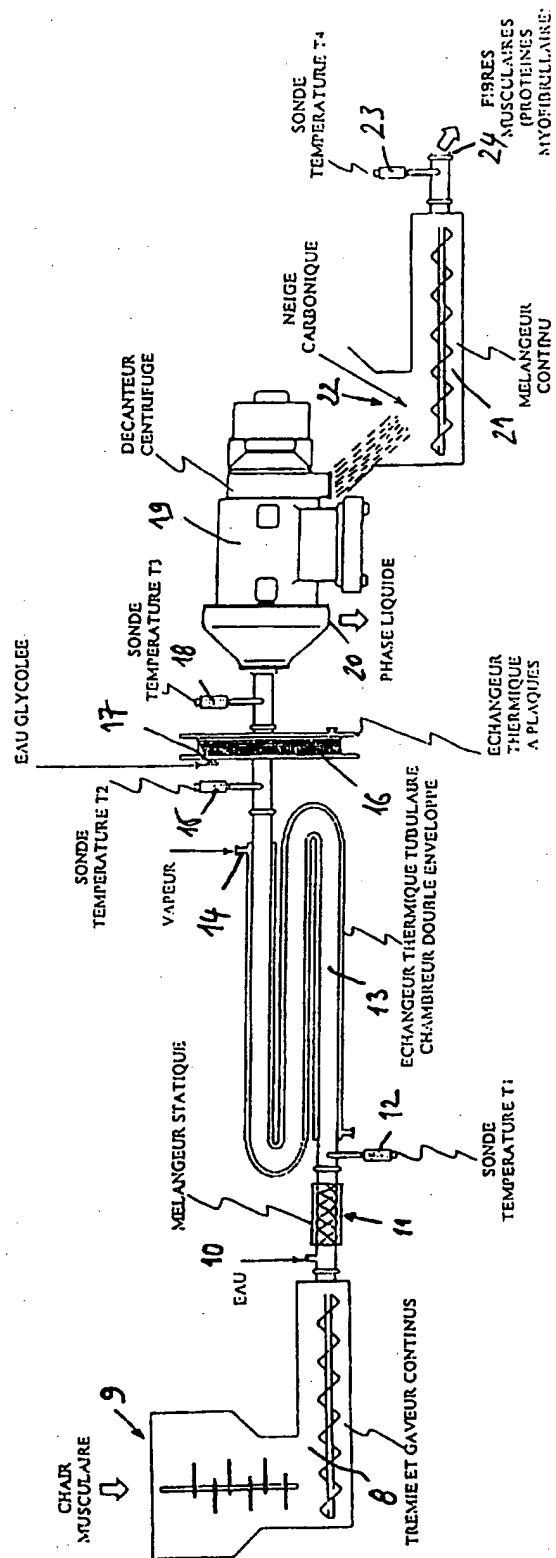


FIG. 2